



#2

Attorney Docket No. 392.1726

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Toshiaki OTSUKI, et al.

Application No.: 09/964,564

Group Art Unit:

Filed: September 28, 2001

Examiner:

For: ACCELERATION AND DECELERATION CONTROL METHOD

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2000-318293

Filed: October 18, 2000

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

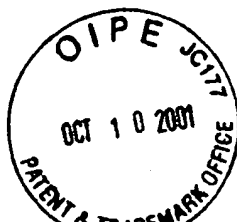
Date: October 10, 2001

By

James D. Halsey, Jr.

Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-318293

出 願 人

Applicant(s):

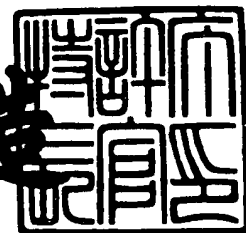
ファナック株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造





日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-318293

出 願 人

Applicant(s):

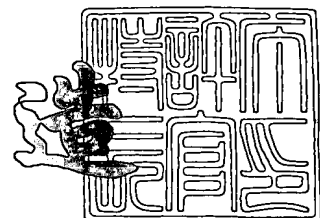
ファナック株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕



出証番号 出証特2001-3080055

【書類名】 特許願

【整理番号】 20633P

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 大槻 俊明

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 相良 晶一

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 園部 和彦

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【選任した代理人】

【識別番号】 100101915

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩野入 章夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 加減速制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 移動指令に対して、加減速処理した後の移動指令をサーボ制御部へ供給する加減速制御方法であって、

前記加減速処理後の移動指令の速度－加速度曲線が、予め設定されている速度－加速度曲線に沿うように前記加減速処理の加速度を定めるようになっており、前記速度－加速度曲線は、各軸毎および加速並びに減速毎に設定することを特徴とする加減速制御方法。

【請求項 2】 前記速度－加速度曲線は、移動方向毎に設定されることを特徴とする請求項 1 に記載の加減速制御方法。

【請求項 3】 加速においては前記速度－加速度曲線に沿うように前記加減速処理の加速度を求め、減速においては一定の加速度で減速する請求項 1 または請求項 2 に記載の加減速制御方法。

【請求項 4】 加速においては前記速度－加速度曲線に沿うように前記加減速処理の加速度を求め、減速においては一定の加速度に対して一定時間のフィルタを通して減速する請求項 1、請求項 2 または請求項 3 に記載の加減速制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本願発明は、自動機械、例えば各種加工機をサーボ制御する制御装置（数値制御装置）によって行なわれる加減速制御方法に関し、更に詳しく言えば、高速で位置決めを行うような自動機械、例えば加工機に好適に適用される加減速制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

良く知られているように、加工機などの自動機械を数値制御装置によってサーボ制御する場合、位置決めに伴って加減速制御が行なわれる。位置決めの加減速

制御には時間－速度推移のグラフ形状に応じた呼称が付けられ、従来より、直線形、ベル形などが知られている。図 2 には、ベル形の加減速制御について、左側に時間－速度推移、右側に加速度（実加速度）－速度の関係をグラフ描示した。右側のグラフには、制限加速度曲線を併記した。

【0003】

制限加速度曲線は、機械の摩擦、重力、モータの出力トルク性能等で決まる出力可能な加速度を速度の関数で表わしたものであり、加減速制御がこの制限内で行なわれることに対応して、図示したように、加減速制御時の実加速度（実際に出力される加速度のこと；以下同じ）は制限加速度曲線の内側の領域内で変化する。

【0004】

このようなベル形に代表される従来の加減速の 1 つの特徴は、速度と加速度の関係が低速部分と高速部分で対称的となっていることである。つまり、速度と実際に出力される加速度の関係を表わす曲線は台形状である。一方、加減速制御される軸を持つ加工機等の機械においては、機械各部に作用する摩擦や重力、あるいは軸を駆動するモータのトルク特性などにより、出力可能な加減速性能が、低速部分と高速部分で対称的でない場合が殆どである。

【0005】

従って、速度の関数で出力可能な加減速性能を表わす制限加速度曲線は、速度に対して一般に非対称的となる。図 5 には、典型的な制限加速度曲線（図 2 の加速度－速度曲線に付記したものと同一）を横軸に速度、縦軸に加速度をとって示したものである。

【0006】

図 5 のカーブ形状から判るように、特に高速部分で出力可能な加減速性能に制限がある。そのため、従来技術では、実加速度曲線は低速部分と高速部分で対称的であっても、加速度曲線の一部が制限加速度曲線に接するような実加速度曲線を生成し、制限加速度曲線の範囲内でできるだけ大きな加減速を行う方式を提案していた。（例えば特許第 2 7 2 2 2 8 6 号参照）。

【0007】

しかし、その方式においても、制限加速度曲線の高速部分での加減速性能に制限されてしまうことに伴って、低速部分では性能に見合った十分な加速を行うことができなかった。換言すれば、低速部分では加速性能のかなり大きな部分が生かされず、その分、位置決め乃至その前後の加減速によけいな時間がかかっていたということである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本願発明の目的は、上記従来技術の問題点を克服し、加工機等の自動機械の制御を行なう制御装置が行なう位置決めに伴う加減速について、それに要する時間を短縮し、高速の位置決めが可能で、加工等の作業を効率化する上で有利な加減速制御方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、速度と加速度の関係が低速部分と高速部分で対称的であるという条件を取り払い、実加速度曲線が可能な限り制限加速度曲線に沿うような加減速を行うことで上記課題を解決する。

【0010】

即ち、本発明に従えば、移動指令に対して、加減速処理した後の移動指令をサーボ制御部へ供給する加減速制御方法において、前記加減速処理後の移動指令の速度－加速度曲線が予め設定されている速度－加速度曲線に沿うように前記加減速処理の加速度が定められ、前記速度－加速度曲線は、各軸毎および加速並びに減速毎に設定される。ここで、速度－加速度曲線は、制限加速度曲線に一致または近似するように設定される。但し、速度は制限加速度を越えないように注意することは当然である。

【0011】

前記速度－加速度曲線は、移動方向毎に設定されて良い。また、加速においては前記速度－加速度曲線に沿うように前記加減速処理の加速度を求め、減速においては一定の加速度で減速するようにしても良い。

【0012】

更に、加速においては前記速度－加速度曲線に沿うように前記加減速処理の加速度を求め、減速においては一定の加速度に対して一定時間のフィルタを通して減速するようにしても良い。

【 0 0 1 3 】

加速度特性は、各軸毎、移動方向毎、加速／減速毎などに応じて相違する場合があるので、制限加速度曲線は各軸毎、移動方向毎、加速／減速毎に与えられるようにすることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

なお、制限加速度曲線に対応する速度と加速度の関係は、パラメータなどであらかじめ設定することが出来る。たとえば、いくつかの速度に対応する制限加速度をそれらの速度毎にパラメータに設定し、制限加速度曲線はそれらの関係する点を結んだ折れ線する。ここで、各軸毎に、移動方向毎に、加速と減速毎に特性が相違する場合には、制限加速度曲線をそれらのケース毎に設定すれば良い（例については後述）。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

本発明では、図 3 に一例を示したように、速度と加速度の関係が低速部分と高速部分で対称的でなくてもよい加減速制御を行い、実加速度曲線ができるだけ制限加速度曲線に沿うように加減速を行う。

【 0 0 1 6 】

図 3 の描示形式は、前出の図 2 と同様であり、1 つの実施形態で採用される加減速制御について、時間－速度推移（左側グラフ）と、実加速度－速度の関係（左側グラフ）を示した。右側のグラフには、制限加速度曲線を併記した。

【 0 0 1 7 】

なお、前述したように、各軸毎、移動方向毎、加速／減速毎に加速度特性は相違する場合があるので、制限加速度曲線は各軸毎、移動方向毎、加速／減速毎にパラメータを使って設定し得るようにする。条件毎の制限加速度曲線の例については後述する。

【 0 0 1 8 】

図 1 は、実施形態で使用する数値制御装置の要部を表わすブロック図である。数値制御装置には、先ず、パートプログラムを格納するプログラム記憶領域 1 と、様々な動作条件を決定するパラメータ記憶領域 2 を有している。パラメータ記憶領域 2 に記憶されるパラメータには、上述したように、各軸毎、移動方向毎、あるいは加速と減速毎に特性が相違する場合に応じて制限加速度曲線を定めるためのパラメータが含まれる。

【 0 0 1 9 】

数値制御装置は、更に、指令解析部 3、補間前加減速処理部 4、補間処理部 5 を有し、補間処理部 5 の出力で、位置決めに伴う加減速制御を含む、各軸の制御が行なわれる。本例では、X 軸、Y 軸、Z 軸が制御される。

【 0 0 2 0 】

自動運転の実行時にはプログラム記憶領域 1 から図 3 に示した如き速度推移に対応したパートプログラムデータを読み出し、指令解析部 3 入力する。指令解析部 3 は、指令ブロック毎の移動量や送り速度の指令から補間用のデータを生成する前処理部である。前処理されたデータは補間前加減速処理部 4 で加減速処理が施された後、補間処理部 5 入力され、各軸（ここでは X 軸、Y 軸、Z 軸）の各々のサーボモータへの移動指令に分割され、サーボ制御部に出力される。

【 0 0 2 1 】

ここで、制限加速度曲線（速度－加速度曲線）の設定例について、図 6～図 10 を参照して簡単に説明しておく。先ず、数値テーブル形式で描示された図 6 は、10 m/min 刻みで制限加速度を、「＋方向加速時」、「－方向加速時」、「＋方向減速時」、「－方向減速時」の 4 条件に分けて設定する例を表わしている。

【 0 0 2 2 】

数値制御装置（図 1 参照）は、図 6 に示した数値データが例えば操作パネル（図示省略）のマニュアル操作で入力されると、これら 4 つの条件のそれぞれに対応して、滑らかな曲線（制限加速度曲線）を 4 個出力する。あるいは、自動運転開始後のしかるべき指令に応じて出力すべく備えても良い。

【 0 0 2 3 】

このようにして図 6 に示した設定例に対応して作成される、「+方向加速時」、「-方向加速時」、「+方向減速時」、「-方向減速時」に適用される制限加速度曲線は、図 7 ～ 図 1 0 のようになる。なお、ここでは、4 本の制限加速度曲線が設定、作成される例を示したが、一般には、条件分けの数が増加すれば、それに応じて設定、作成される制限加速度曲線の本数も増える。

【 0 0 2 4 】

次に、プログラムに位置決め指令があり、プログラム解析部において位置決め指令のブロックと解析された場合の具体的な処理の例について、図 1 1 に示したフローチャートに従って説明する。説明の都合上、ここでは 1 つの軸について指令が出されたものとする。複数の軸について指令が出された場合には、各軸について同様の処理が併行して同期的に実行される。同期は、例えば、処理の 1 サイクルの最終ステップ（フローチャートにおける S 7、S 1 4 または S 1 5）におけるサーボ制御への出力を同時的に実行することでとることが出来る。

【 0 0 2 5 】

加速度、速度、出力データは、図 4 に示したようなものである。但し、図示の都合上、時間－速度推移曲線を近似する階段関数は実際より粗く描かれている。処理の手順の概略は下記のようなになる。

【 0 0 2 6 】

(1) そのブロックの移動量 I_s を求める (S 1)。そして、以下のように、補間前加減速処理、補間処理を一定周期 (以下、 Δt) 毎に処理する。

【 0 0 2 7 】

(2) 加速を開始する。前回の速度を U_0 とし、初期値 0 をセットする。また、処理進行の指標 n を初期値 1 にセットする (S 2)。

【 0 0 2 8 】

(3) 加速開始後、 n 回目の処理においては、制限加速度曲線から前回処理で求まっている速度 U_{n-1} に相当する加速度 A_{n-1} を求め、その加速度 A_{n-1} に Δt をかけて前回速度 U_{n-1} に加算し、 U_n を求める (S 3)。

【 0 0 2 9 】

(4) U_n が指令速度 S_c 以上であれば、ステップ S 8 に移行する。そうでない

場合は、その速度 U_n に Δt をかけて n 回目の出力データ P_n を求める（S 4）。そして、ここで、速度 U_n から設定された制限加速曲線にもとづく加速度で速度0まで減速する場合に必要な距離 D を計算する。更に、そのブロックの移動量 I_s から P_n を減算して I_p を求める（S 5）。

【0030】

ここで、もし I_p が D 以下となっている場合には、ステップS 1 1の処理へ移行する。そうでない場合には、 I_p をそのブロックの移動量 I_s とする。また、 P_n をサーボ制御へ出力する。 $n=n+1$ としてステップS 3へ戻り、処理を続行する（S 6、S 7）。

【0031】

（5）指令速度 Sc に Δt をかけてその回の出力データ P_c を求める。更に、速度 Sc から設定された制限加速曲線にもとづく加速度で速度0まで減速する場合に必要な距離 D を計算する。そのブロックの移動量 I_s から P_c を減算して I_p を求める（S 8）。

【0032】

ここで、 I_p が D 以下となっている場合、ステップS 1 1の処理へ移行する。そうでない場合には、 I_p をそのブロックの移動量 I_s とする。また、 P_c をサーボ制御へ出力する。 $n=n+1$ としてステップS 3へ戻り、処理を続行する（S 9、S 1 0）。

【0033】

（6）減速を開始する。前回の速度を V_0 とする。また、処理進行の指標 m を初期値1にセットする（S 1 1）。

【0034】

（7）減速開始後 m 回目の処理においては、制限加速度曲線から前回処理で求まっている速度 V_{m-1} に相当する加速度 A_{m-1} を求め、その加速度 A_{m-1} に Δt をかけて前回速度 V_{m-1} に減算し、 V_m を求める。更に、その速度 V_m に Δt をかけて m 回目の出力データ Q_m を求める。 I_s から Q_m を減算して I_p とする（s 1 2）。

【0035】

I_p が0または負になる場合は、ステップS 1 5へ移行する。負にならない場合

は、 I_p を I_s とする。また、 Q_m をサーボ制御へ出力する。 $m=m+1$ としてステップ S 1 2 へ戻り、処理を続行する (S 1 3、S 1 4)。

【0 0 3 6】

(8) I_s を Q_m にセットし、 I_s を 0 とする。そして、 Q_m をサーボ制御へ出力する。これにより、1 ブロックの加減速の処理が完了する。

【0 0 3 7】

【発明の効果】

本願発明によれば、機械の摩擦や重力による機械の特性や、モータのトルク特性などに適応した加減速を行うことにより、機械やモータの性能を十分に生かすことが可能となり、高速の位置決めを行うことができる。その結果、作業が効率化される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本願発明が適用される数値制御装置の要部構成を示すブロック図である。

【図 2】

従来技術における位置決めのための加減速の例について説明するダイヤグラムである。

【図 3】

本発明の実施形態における位置決めのための加減速について説明するダイヤグラムである。

【図 4】

本発明の実施形態における加速度、速度、出力データを表わしたダイヤグラムである。

【図 5】

速度－加速度制限曲線の典型例を表わすダイヤグラムである。

【図 6】

制限加速度曲線の設定例について説明する数値テーブルである。

【図 7】

図 6 に示した設定例に対応して、「+ 方向加速時」に適用される制限加速度曲

線の例を表わすダイヤグラムである。

【図 8】

図 6 に示した設定例に対応して、「－方向加速時」に適用される制限加速度曲線の例を表わすダイヤグラムである。

【図 9】

図 6 に示した設定例に対応して、「＋方向減速時」に適用される制限加速度曲線の例を表わすダイヤグラムである。

【図 1 0】

図 6 に示した設定例に対応して、「－方向減速時」に適用される制限加速度曲線の例を表わすダイヤグラムである。

【図 1 1】

本発明の実施形態における処理の概要を記したフローチャートである。

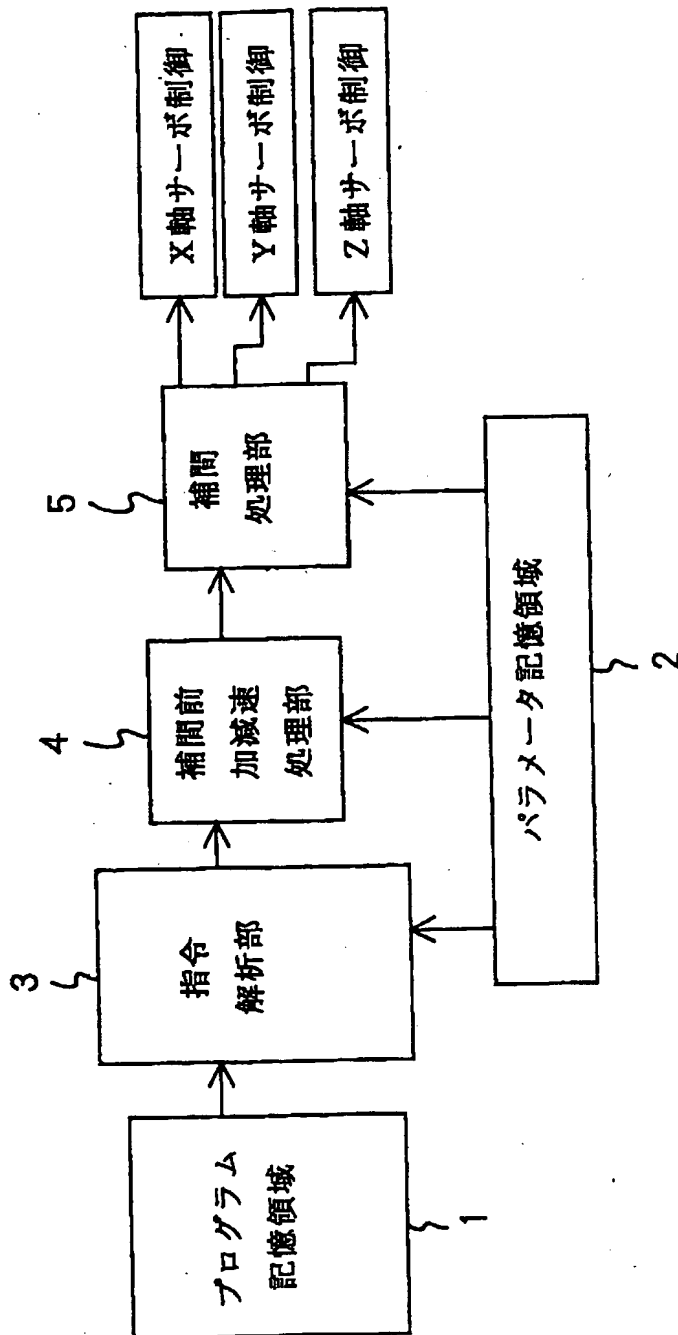
【符号の説明】

- 1 プログラム記憶領域
- 2 パラメータ記憶領域
- 3 指令解析部
- 4 補間前加減速処理部
- 5 補間処理部

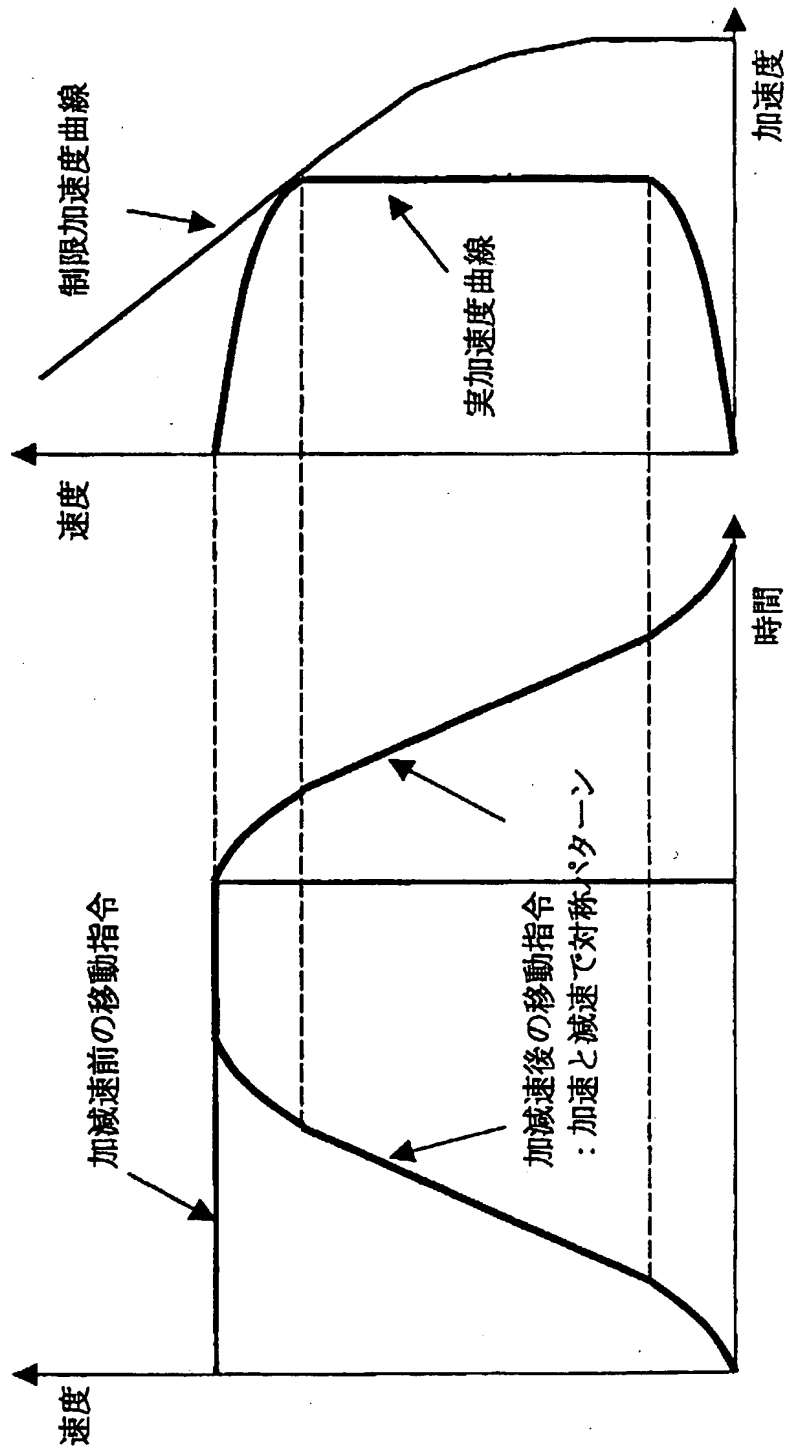
【書類名】

図面

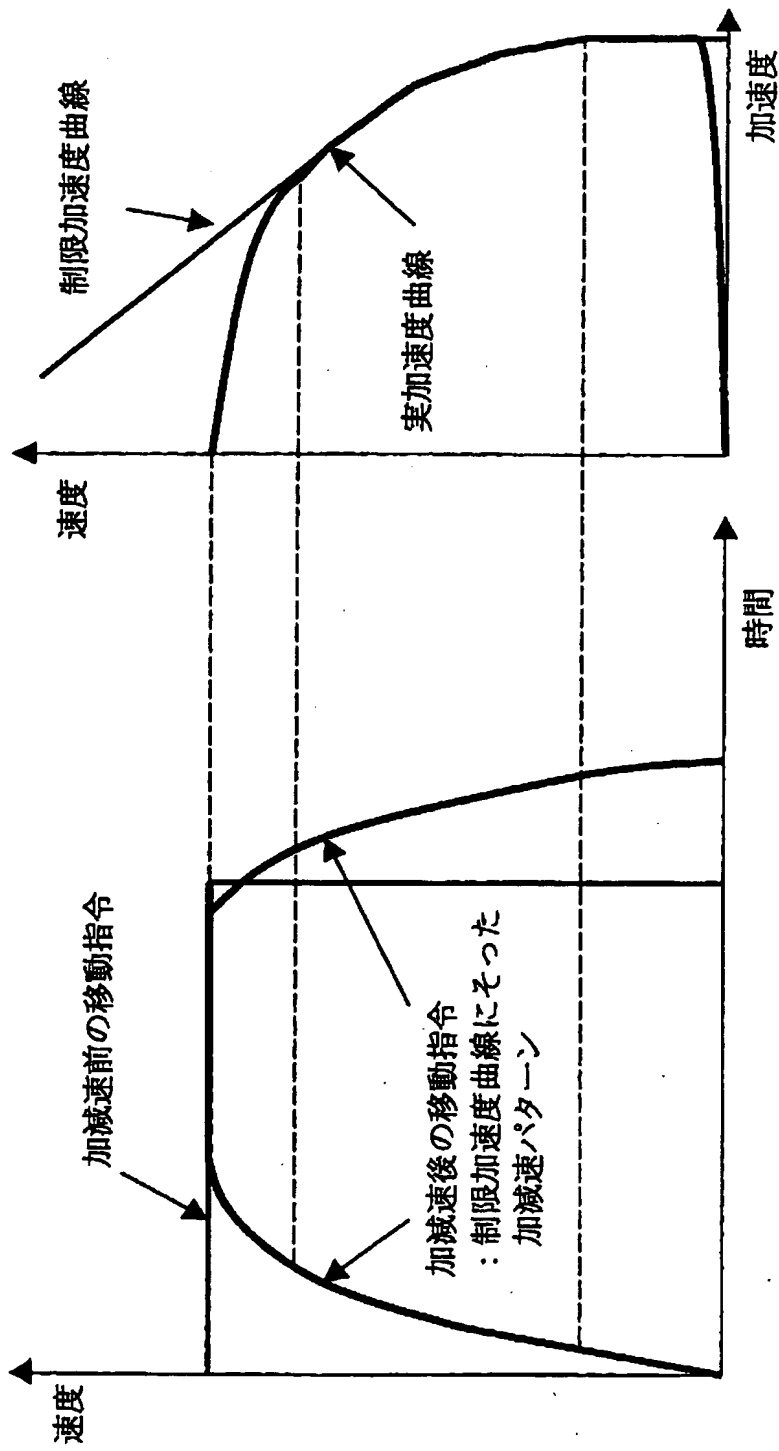
【図 1】



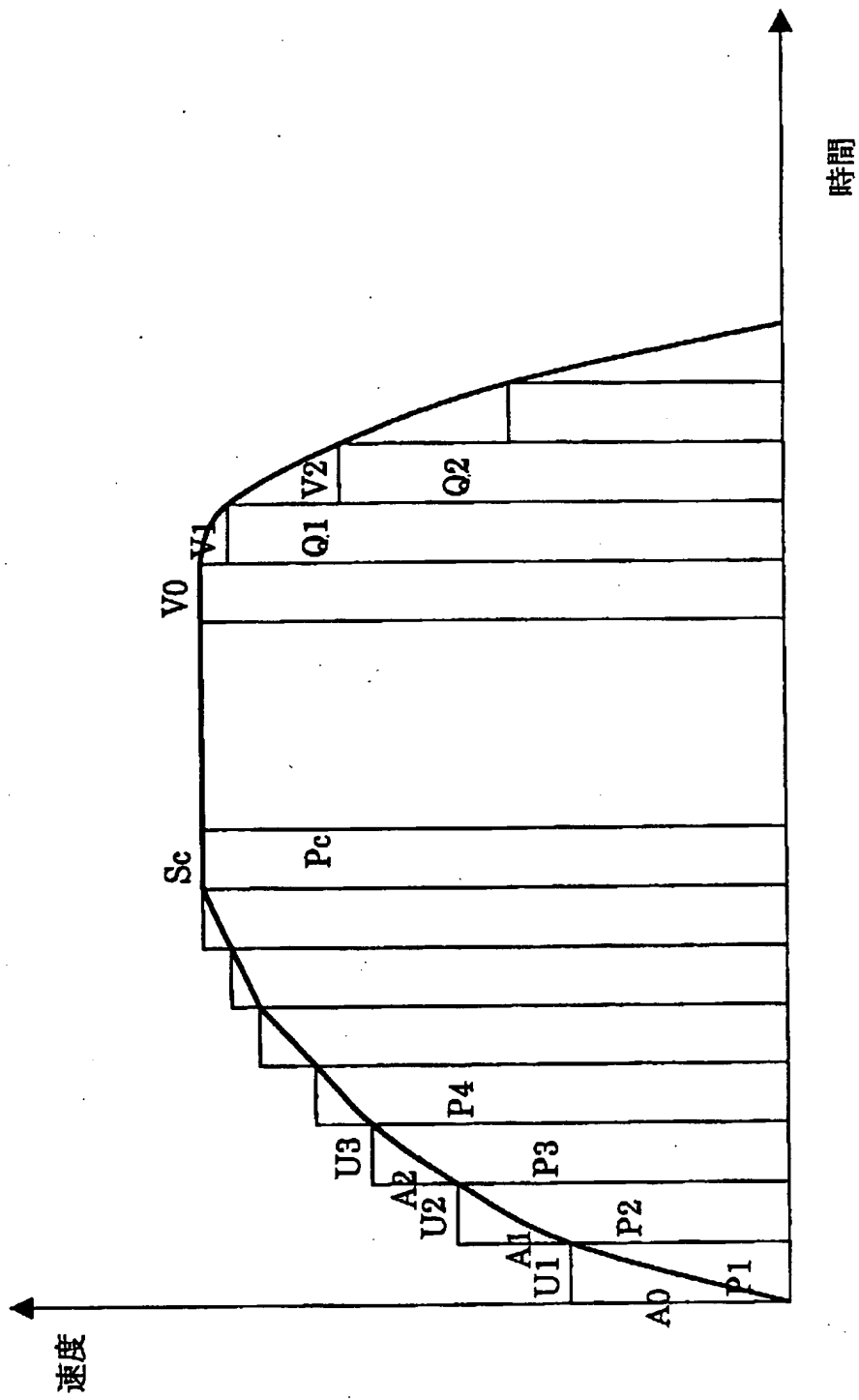
【図 2】



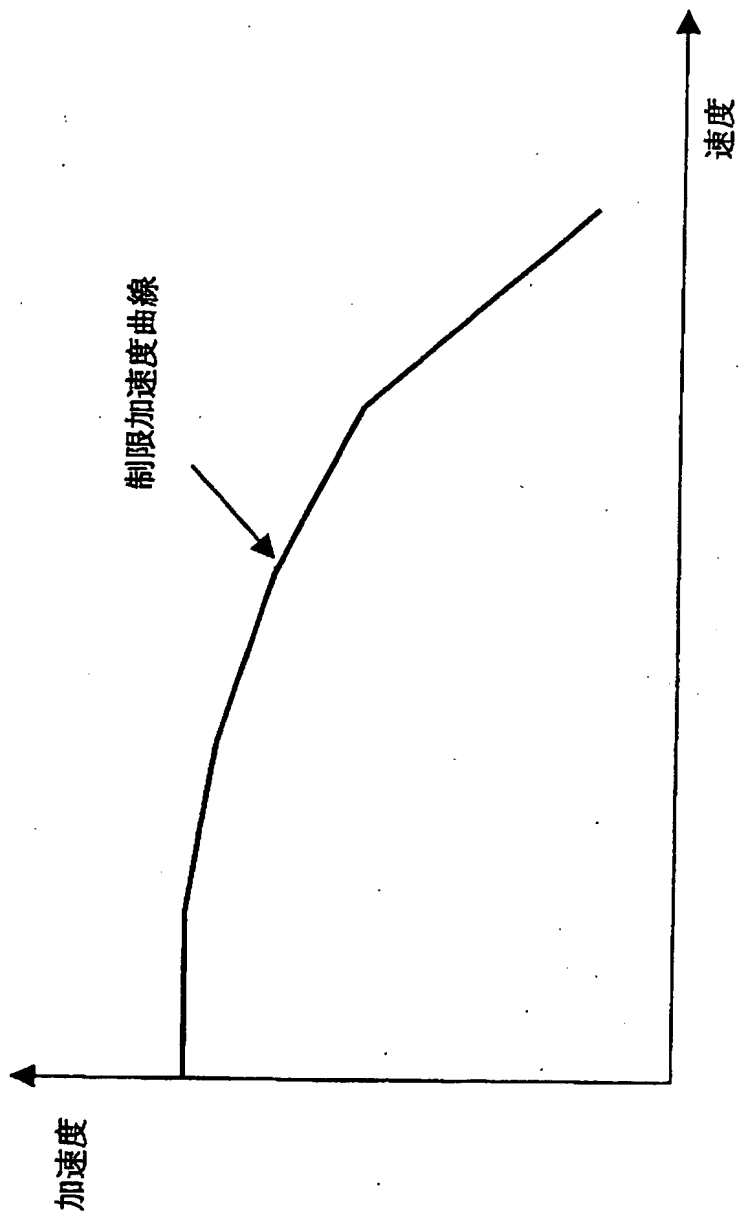
【図 3】



【図 4】



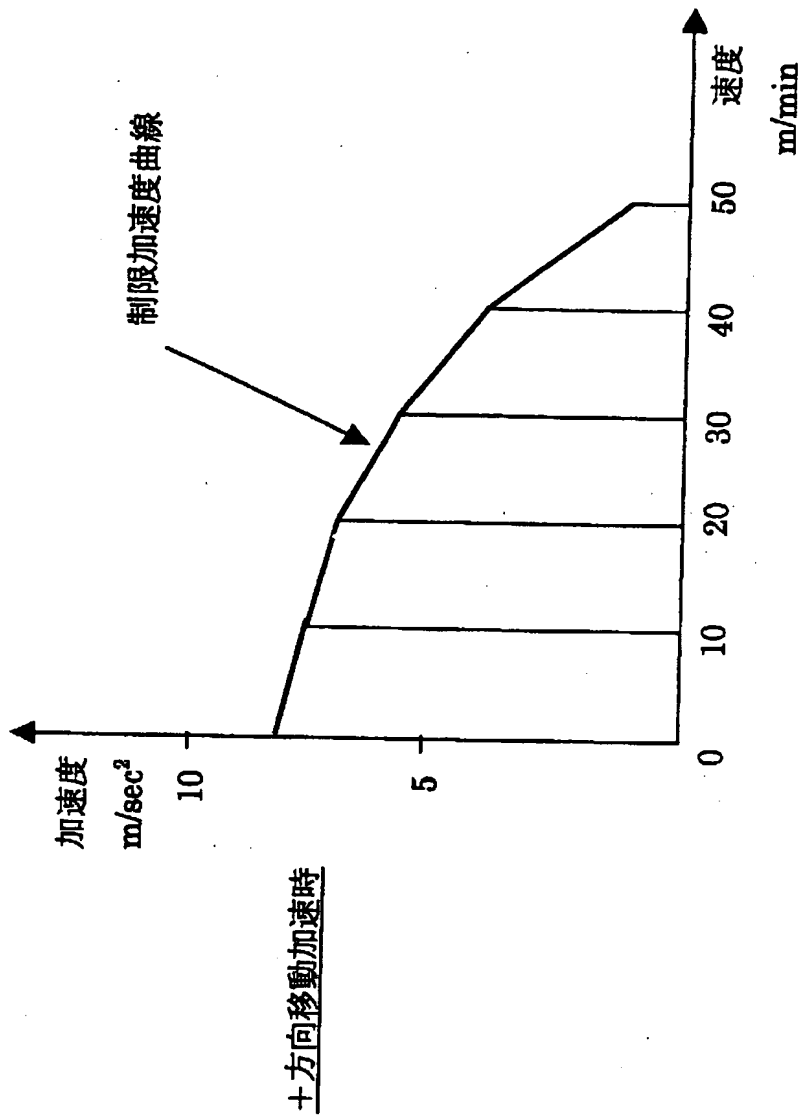
【图 5】



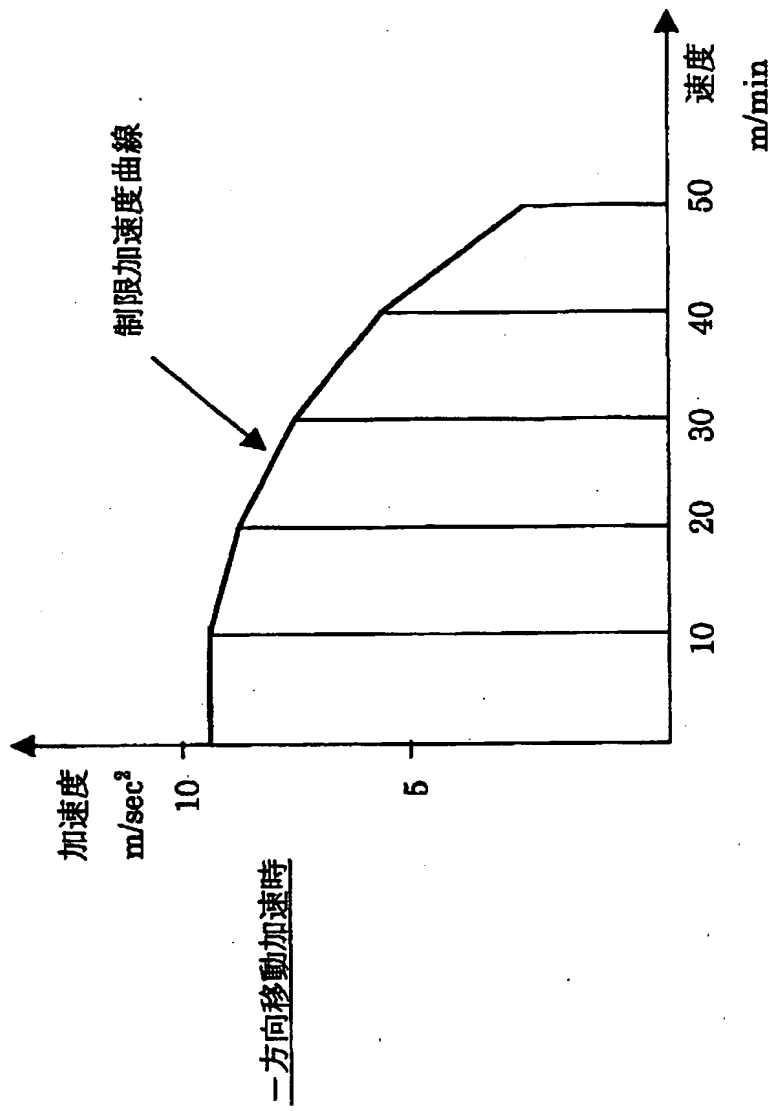
【図 6】

速度	加速度			
	加速時		減速時	
	＋方向移動時	－方向移動時	＋方向移動時	－方向移動時
0m/min	8m/sec ²	9m/sec ²	12m/sec ²	11m/sec ²
10m/min	7m/sec ²	9m/sec ²	12m/sec ²	10m/sec ²
20m/min	6m/sec ²	8m/sec ²	11m/sec ²	9m/sec ²
30m/min	5m/sec ²	7m/sec ²	9m/sec ²	8m/sec ²
40m/min	4m/sec ²	6m/sec ²	8m/sec ²	6m/sec ²
50m/min	1m/sec ²	3m/sec ²	4m/sec ²	2m/sec ²

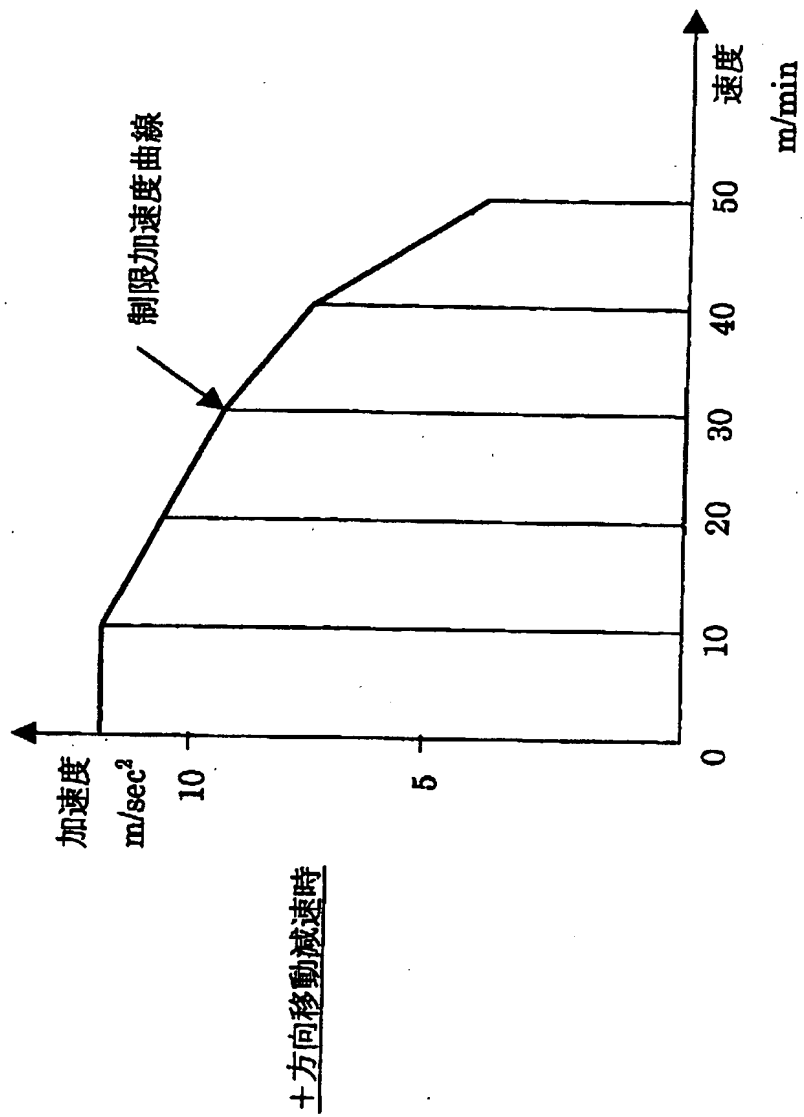
【図 7】



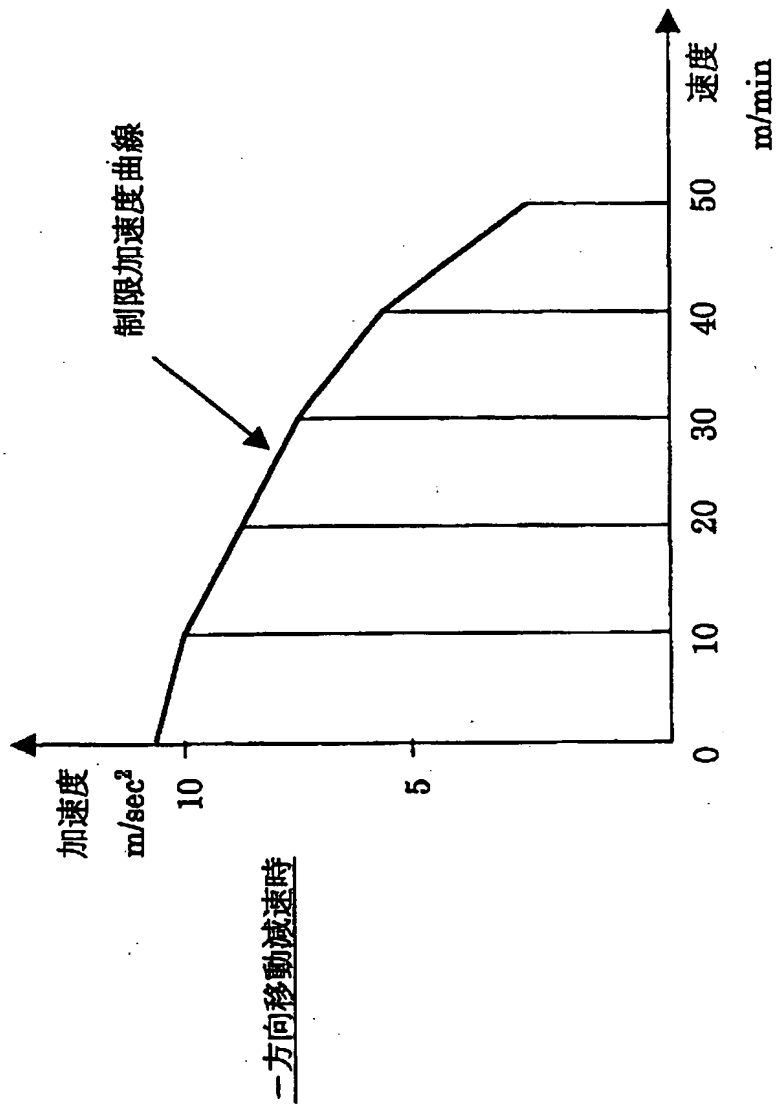
【图 8】



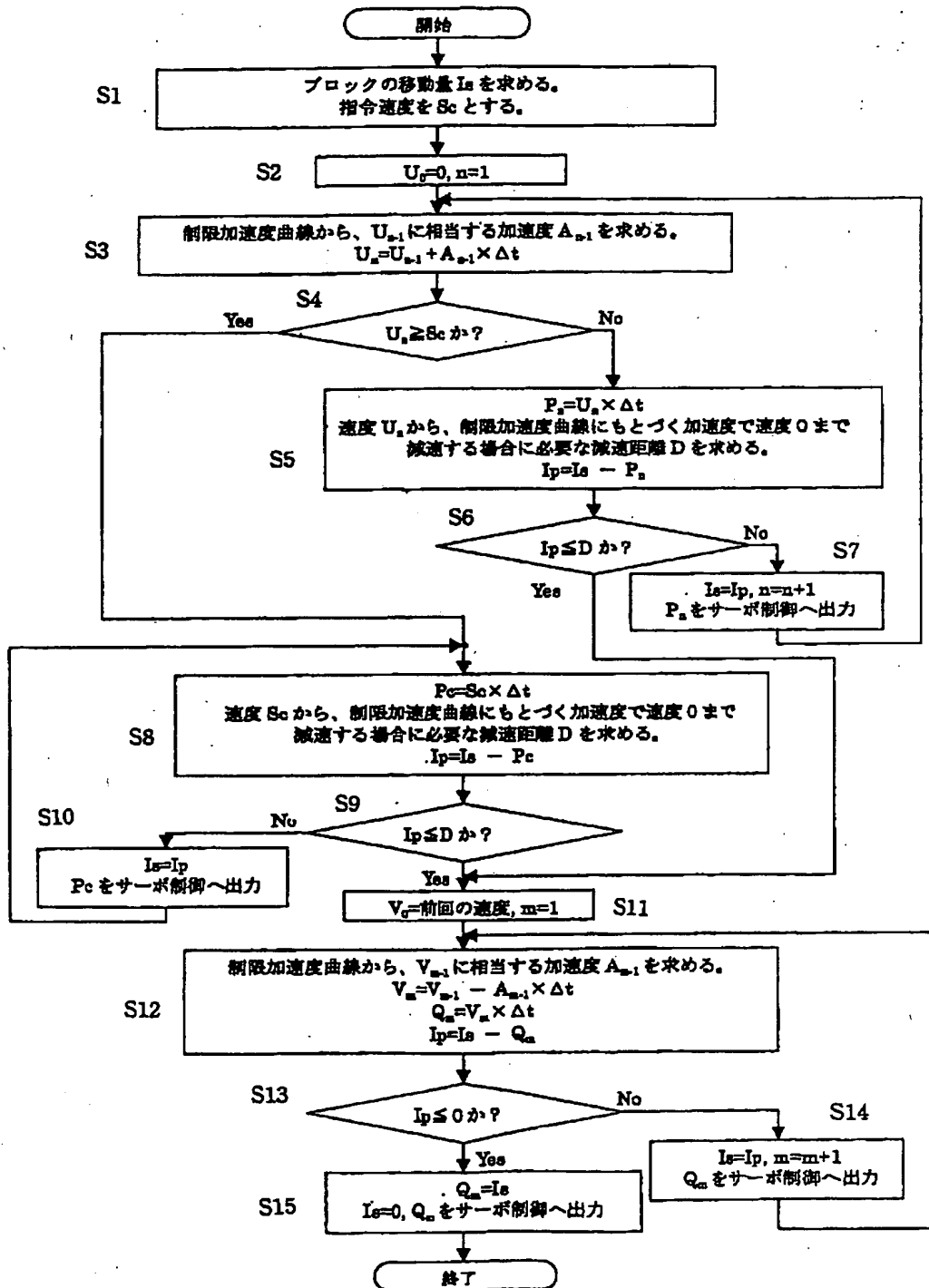
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 位置決めに伴う加減速の所要時間短縮による位置決め的高速化。

【解決手段】 速度と加速度の関係が低速部分と高速部分で対称的でなくてもよい加減速制御を行い、実加速度曲線ができるだけ制限加速度曲線に沿うように加減速を行う。時間－速度推移に対応してプロットされる実加速度－速度の関係を表わす曲線が、制限加速度曲線に沿うように接近し、かなりの部分では実質的に一致するように時間－速度推移が計画される。プログラムに基づく移動指令に対して、加減速処理した後の移動指令をサーボ制御部へ供給するに際して、加減速処理後の移動指令の速度－加速度曲線が、予め設定されている速度－加速度曲線に沿うように加減速処理の加速度が定められる。速度－加速度曲線は、各軸毎および加速並びに減速毎にパラメータで設定される。この設定は各軸毎、移動方向毎、加速／減速毎にパラメータを使って設定し得るようにする。

【選択図】 図 3

特 2000-318293

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-318293
受付番号	50001348046
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成12年10月19日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年10月18日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390008235]

1. 変更年月日 1990年10月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

氏 名 ファナック株式会社